

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2001074602 A

(43) Date of publication of application: 23.03.01

(51) Int. Cl

G01M 11/02
B41J 29/46
G06T 7/00

(21) Application number: 11255215

(22) Date of filing: 09.09.99

(71) Applicant: FUJI XEROX CO LTD

(72) Inventor: SASAHARA SHINJI
INAGAKI TOSHIHIKO
OYAMA TSUTOMU
ABE JUN

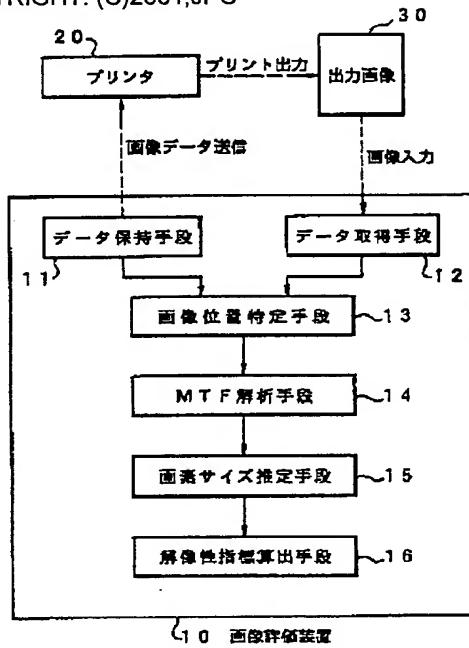
(54) APPARATUS AND METHOD FOR EVALUATING IMAGE

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an apparatus and a method for evaluating an image capable of objectively evaluating a resolution representing a subjective sharpness of an image.

SOLUTION: The apparatus 10 for evaluating an image comprises a data holding means 11 for holding image data to output a pattern image having different dark and light density at random in one-dimensional direction, a data acquiring means 12 for outputting the image data to an image output unit 20 to and reading the pattern image after the outputting, an MTF analyzing means 14 for calculating MTF characteristics from the image data output to the unit 20 and the image data read by the means 12, a pixel size estimating means 15 for estimating the pixel size of the output image from the calculated MTF characteristics, and an index calculating means 16 for calculating an index representing resolution capability of the unit 20 from the estimated pixel size.



(51) Int.Cl.⁷
 G 0 1 M 11/02
 B 4 1 J 29/46
 G 0 6 T 7/00

識別記号

F I
 G 0 1 M 11/02
 B 4 1 J 29/46
 G 0 6 F 15/62

デマコード(参考)
 A 2 C 0 6 1
 C 5 B 0 5 7
 4 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数14 O.L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-255215
 (22) 出願日 平成11年9月9日(1999.9.9)

(71) 出願人 000005496
 富士ゼロックス株式会社
 東京都港区赤坂二丁目17番22号
 (72) 発明者 笹原 慎司
 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
 テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 (72) 発明者 稲垣 敏彦
 神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
 テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 (74) 代理人 100086298
 弁理士 船橋 國則

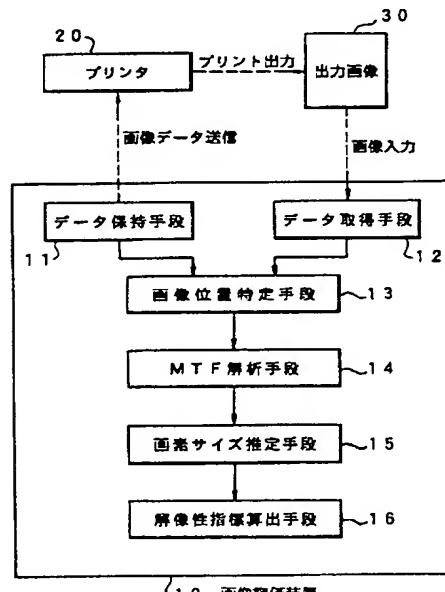
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像評価装置および画像評価方法

(57) 【要約】

【課題】 画像の主観的な鮮鋭さを表す解像性を客観的に評価することのできる画像評価装置および画像評価方法を提供する。

【解決手段】 一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像を出力するための画像データを保持するデータ保持手段11と、その画像データを画像出力装置20に出力させてその出力後のパターン画像の読み取りを行うデータ取得手段12と、前記画像出力装置20に出力させた画像データと前記データ取得手段12で読み取った画像データとからMTF特性を算出するMTF解析手段14と、算出したMTF特性から出力画像の画素サイズを推定する画素サイズ推定手段15と、推定した画素サイズから前記画像出力装置20の解像能力を表す指標を算出する指標算出手段16と、を備えて画像評価装置10を構成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像データを画像出力装置に出力させてその出力結果についての評価を行う画像評価装置であつて、

一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像を出力するための画像データを保持するデータ保持手段と、前記データ保持手段に保持された画像データを前記画像出力装置に出力させるためのデータ送信手段と、前記画像出力装置での出力によって得られるパターン画像を読み取って該パターン画像から画像データを取得するデータ取得手段と、

前記出力指示手段が出力させた画像データと前記データ取得手段が読み取った画像データとの対応関係を求める画像位置特定手段と、

前記画像位置特定手段が求めた対応関係に基づいて前記出力させた画像データと前記読み取った画像データとからMTF特性を算出するMTF解析手段と、

前記MTF解析手段が算出したMTF特性から前記画像出力装置に出力される画像の画素サイズを推定する画素サイズ推定手段と、

前記画素サイズ推定手段が推定した画素サイズから前記画像出力装置の解像能力を表す指標を算出する指標算出手段とを備えることを特徴とする画像評価装置。

【請求項2】 前記MTF解析手段は、前記出力させた画像データおよび前記読み取った画像データに対して直交変換を施し、その直交変換後の両者の比からMTF特性を算出するものであることを特徴とする請求項1記載の画像評価装置。

【請求項3】 前記画素サイズ推定手段は、前記MTF解析手段が算出したMTF特性に逆直交変換を施した結果から得られる関数を用いて、画素サイズを推定するものであることを特徴とする請求項1または2記載の画像評価装置。

【請求項4】 前記画素サイズ推定手段は、前記MTF解析手段が算出したMTF特性の値が略0.5となる周波数を基に、画素サイズを推定するものであることを特徴とする請求項1または2記載の画像評価装置。

【請求項5】 前記画像位置特定手段は、前記出力させた画像データと前記読み取った画像データとの相対位置を変化させながら相関係数を算出し、該相関係数が最大となる位置により両者の対応関係を求めるものであることを特徴とする請求項1, 2, 3または4記載の画像評価装置。

【請求項6】 前記MTF解析手段は、MTF特性を算出するのにあたって、解析対象となる画像データを複数に分割して解析し、分割された画像データ毎の解析結果の平均を求め、これをMTF特性の算出結果とするものであることを特徴とする請求項1, 2, 3, 4または5記載の画像評価装置。

【請求項7】 前記パターン画像を出力するための画像

データは、略10cycle/mm以下の範囲で振幅が0となる周波数を含まないことを特徴とする請求項1, 2, 3, 4, 5または6記載の画像評価装置。

【請求項8】 画像データを画像出力装置に出力させてその出力結果についての評価を行う画像評価方法であつて、

一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像を出力するための画像データを前記画像出力装置に出力させ、

10 前記画像出力装置での出力によって得られるパターン画像を読み取って該パターン画像から画像データを取得し、

その読み取った画像データと前記画像出力装置に出力させた画像データとの対応関係を求める、

その対応関係に基づいて前記読み取った画像データと前記出力させた画像データとからMTF特性を算出し、

算出したMTF特性から前記画像出力装置に出力される画像の画素サイズを推定し、

20 推定した画素サイズから前記画像出力装置の解像能力を表す指標を算出することを特徴とする画像評価方法。

【請求項9】 前記MTF特性を算出するのに際して、前記出力させた画像データおよび前記読み取った画像データに対して直交変換を施し、その直交変換後の両者の比からMTF特性を算出することを特徴とする請求項8記載の画像評価方法。

【請求項10】 前記MTF特性の算出の後、該MTF特性に逆直交変換を施した結果から得られる関数を用いて、画素サイズの推定を行うことを特徴とする請求項8または9記載の画像評価方法。

30 【請求項11】 前記MTF特性の算出の後、該MTF特性の値が略0.5となる周波数を基に、画素サイズの推定を行うことを特徴とする請求項8または9記載の画像評価方法。

【請求項12】 前記対応関係を求めるのに際して、前記出力させた画像データと前記読み取った画像データとの相対位置を変化させながら相関係数を算出し、該相関係数が最大となる位置により両者の対応関係を求めるこことを特徴とする請求項8, 9, 10または11記載の画像評価方法。

40 【請求項13】 前記MTF特性を算出するのにあたって、解析対象となる画像データを複数に分割して解析し、分割された画像データ毎の解析結果の平均を求め、これをMTF特性の算出結果とするこを特徴とする請求項8, 9, 10, 11または12記載の画像評価方法。

【請求項14】 前記パターン画像を出力するための画像データは、略10cycle/mm以下の範囲で振幅が0となる周波数を含まないことを特徴とする請求項8, 9, 10, 11, 12または13記載の画像評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えばプリンタや複写機といった画像出力装置による出力結果の画像品位を評価するための画像評価装置および画像評価方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、画像品位を評価する手法としては、限度見本による視比較評価が広く用いられている。この手法は、いわゆる主観評価と呼ばれるもので、画像の良否や損傷の度合い等を、人間の視覚を通して主観的な判断によって評価するものである。ただし、このような主観評価には、評価者により評価結果がばらついてしまったり、限度見本サンプルを作成するのに莫大な手間が必要である、といった欠点がある。

【0003】これらの欠点を補うために、近年では、出力画像を解析して評価する画像評価装置等を用いることで、人間の主観的な判断に依存しない、いわゆる客観評価に移行しようとする試みが行われ、実績を上げてきている。客観評価の手法としては、例えば、正弦波パターンの出力(印刷)結果からMTF(Modulation Transfer Function)特性を解析してその出力画像の解像度を評価したり、矩形波パターンの出力(印刷)結果からCTF(Contrast Transfer Function)特性を解析してその出力画像の解像度を評価することが、一般的に行われている。

【0004】また、他の客観評価の手法として、例えば特開平7-193708号公報、特開平7-193709号公報および特開平7-190952号公報には、それぞれ、印刷された矩形波パターンを解析して射影データを求め、これを基に印刷画像の解像度を評価する技術が開示されている。この技術によれば、アナログ複写機等については非常に精度良く、いわゆる画像の「ぼけ具合」や「シャープさ」といった主観的鮮銳性に合致する客観評価を行うことができるようになる。

【0005】さらに、他の客観評価の手法として、例えば特開平7-325922号公報および特開平9-81742号公報には、それぞれ、印刷されたライン状画像を解析することで、印刷画像の解像度を表す指標を求める技術が開示されている。この技術によれば、デジタル複写機で得られた画像を評価する場合等であっても、画像構造と関係なく、主観的評価値と合致した客観評価を行うことができるようになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来技術においては、以下に述べるような問題点が生じてしまうおそれがある。例えば、正弦波パターンや矩形波パターンといった周期的パターンをプリンタに出力させて、そのプリンタの解像能力を評価しようとする場合に、その周期的パターンがプリンタのスクリーンが持

つ周期と干渉してしまうと、周期的パターンが正しく出力されず、結果として正確な評価ができなくなってしまう。ここで、プリンタのスクリーンとは、ドット(画素)の出力ピッチや配置など、そのプリンタが有する画像出力をを行う上での固有の特性をいう。つまり、スクリーンの周期の整数倍の周期を持つパターンであればその周期的パターンは正しく出力されるが、それ以外の任意の周波数による周期的パターンについては正しく出力されない可能性がある。したがって、スクリーンの周期が異なるプリンタ同士については、同一の周期的パターンを用いた評価が行えない。このことから、例えば200dpi(dot per inch)のプリンタと175dpiのプリンタについて、それぞれの解像能力を比較することは、非常に困難になってしまう。

【0007】さらに、特開平7-193708号公報、特開平7-193709号公報および特開平7-190952号公報に開示された技術も、周期的な矩形波パターンを用いて客観評価を行っていることから、上述した場合と全く同様の問題を含むことは明らかである。

【0008】また、特開平7-325922号公報および特開平9-81742号公報に開示された技術のようにライン状画像を解析して解像度を評価する指標を算出する場合は、上述したようなスクリーン周期の影響を受けることが無いが、1画素に描画できる階調数の違うプリンタ同士の比較ができないという致命的な問題が生じてしまう。例えば、256階調を描画できる濃度階調方式のプリンタと、2階調しか描画できない面積階調方式のプリンタについて考えると、それぞれにおいて理想的なライン状画像が描画できれば、両者の解像能力は同じであると評価されてしまう。ところが、実際に描画された画像について主観評価を行うと、階調数の多い濃度階調方式のプリンタのほうが解像能力が高いと評価されることは容易に類推できる。

【0009】そこで、本発明は、例えばプリンタのスクリーン周期といった画像出力装置の固有特性や、濃度階調方式や面積階調方式といった画像の描画方式等に依存することなく、その画像出力装置における解像能力を画像の主観的な鮮銳さを反映させつつ客観的に評価するとのできる画像評価装置および画像評価方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために案出された画像評価装置で、画像データを画像出力装置に出力させてその出力結果についての評価を行うものである。そして、一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像を出力するための画像データを保持するデータ保持手段と、前記データ保持手段に保持された画像データを前記画像出力装置に出力させるためのデータ送信手段と、前記画像出力装置での出力によって得られるパターン画像を読み取ってそのパターン画像

から画像データを取得するデータ取得手段と、前記出力指示手段が出力させた画像データと前記データ取得手段が読み取った画像データとの対応関係を求める画像位置特定手段と、前記画像位置特定手段が求めた対応関係に基づいて前記出力させた画像データと前記読み取った画像データとからMTF特性を算出するMTF解析手段と、前記MTF解析手段が算出したMTF特性から前記画像出力装置に出力される画像の画素サイズを推定する画素サイズ推定手段と、前記画素サイズ推定手段が推定した画素サイズから前記画像出力装置の解像能力を表す指標を算出する指標算出手段とを備えることを特徴とする。

【0011】また、上記目的を達成するために案出された画像評価方法で、画像データを画像出力装置に出力させてその出力結果についての評価を行う方法である。そして、一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像を出力するための画像データを前記画像出力装置に出力させ、前記画像出力装置での出力によって得られるパターン画像を読み取ってそのパターン画像から画像データを取得し、その読み取った画像データと前記画像出力装置に出力させた画像データとの対応関係を求め、その対応関係に基づいて前記読み取った画像データと前記出力させた画像データと前記読み取った画像データとからMTF特性を算出し、算出したMTF特性から前記画像出力装置に出力される画像の画素サイズを推定し、推定した画素サイズから前記画像出力装置の解像能力を表す指標を算出することを特徴とする。

【0012】上記構成の画像評価装置および上記手順の画像評価方法によれば、一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像を画像出力装置に出力させ、出力されたパターン画像を読み取って、読み取った画像データとその基になった画像データ（画像出力装置に出力させた画像データ）とを比較することにより、画像出力装置に出力される画像の画素サイズを推定することができるるので、主観的鮮銳さに対応の取れた解像性指標を算出することができる。しかも、その解像性指標の算出にあたって、一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像、すなわち一次元方向に特定の周期的成分を含まないパターン画像を用いているので、画像出力装置の固有特性や画像の描画方式等の影響を受けることなく、解像性指標の算出を行い得るようになる。

[0013]

【発明の実施の形態】以下、図面に基づき本発明に係る画像評価装置および画像評価方法について説明する。図1は、本発明に係る画像評価装置の実施形態の一例の概略構成を示すブロック図である。

【0014】図1に示すように、本実施形態の画像評価装置10は、プリンタ20が出力した出力画像30の解析を行い、その解析結果から出力画像30の解像度、すなわちそのプリンタ20が有する画像解像能力について

の評価を行うものである。そのために、画像評価装置10は、データ保持手段11と、データ取得手段12と、画像位置特定手段13と、MTF解析手段14と、画素サイズ推定手段15と、解像性指標算出手段16と、を備えている。

【0015】データ保持手段11は、例えばRAM(Random Access Memory)等の半導体メモリまたはHDD

(Hard Disk Drive)等の記憶装置からなるもので、解像性評価に際してプリンタ20に出力させる画像データを

10 予め保持しているものである。そして、その画像データをプリンタ20に出力させるために、データ保持手段11は、図示しない通信線等を介してプリンタ20に接続しており、その通信線等を通じてプリンタ20へ画像データを送信するようになっている。

【0016】ただし、データ保持手段11では、プリンタ20に出力させる画像データとして、一次元ランダムパターンを出力するための画像データを保持している。

一次元ランダムパターンとは、一次元方向に規則性を有することなくランダムに濃淡（階調値）が変化し、これ

20 と直交する方向には濃淡が変化せず同一の階調値を持つようなパターン画像のことをいう。また、その一次元ランダムパターンには、略 10 cycle/mm 以下の周波数範囲で振幅が「0」となる周波数がなく、また特定の周波数にピークが存在しないものとする。このような一次元ランダムパターンを出力するための画像データ（以下「出力画像データ」と称す）は、例えばコンピュータの演算機能により乱数発生等を用いて生成すればよい。なお、データ保持手段 11 は、出力画像データを、デジタルデータの状態で保持している。

30 【0017】データ取得手段12は、プリンタ20が出力画像データを出力すると、その出力によって得られる一次元ランダムパターンを光学的に読み取って、その一次元ランダムパターンから画像データ（以下「入力画像データ」と称す）を取得するものである。この読み取りを、データ取得手段12は、例えば走査型濃度計を用いて行う。

【0018】走査型濃度計は、例えば $10\text{ }\mu\text{m} \times 500\text{ }\mu\text{m}$ のスリット状の読み取り面（以下「アパチャ」と称す）を有し、そのアパチャの向きが走査方向に対して略直交するように構成されたもので、これにより $10\text{ }\mu\text{m}$ 毎の濃度プロファイルを測定可能なものである。このような走査型濃度計を用いることで、データ取得手段12は、一次元ランダムパターンの全領域について、その一次元ランダムパターンの階調がランダムに変化している方向に沿って $10\text{ }\mu\text{m}$ 毎に濃度値を取得し、これを入力画像データ値とする。

【0019】なお、データ取得手段12は、走査型濃度計ではなく、高解像度のスキャナーやCCD(Charge Coupled Device)カメラ等を用いて、入力画像データの取得を行うものであってもよい。

【0020】画像位置特定手段13は、プリンタ20に输出させた出力画像データとデータ取得手段12が取得した入力画像データとの間の対応関係を、詳細を後述するようにして求めるものである。つまり、画像位置特定手段13は、出力画像データのプロファイルと入力画像データのプロファイルとの合致を図るものである。MTF解析手段14は、画像位置特定手段13が求めた対応関係を基にしつつ、詳細を後述するようにして、出力画像データと入力画像データとからMTF特性を算出するものである。画素サイズ推定手段15は、MTF解析手段14が算出したMTF特性を基に、詳細を後述するようにして、プリンタ20が出力する出力画像30上での画素サイズを推定するものである。解像性指標算出手段16は、画素サイズ推定手段15が推定した画素サイズを基に、詳細を後述するようにして、プリンタ20の解像能力を表す指標を算出するものである。

【0021】なお、これらの各手段、すなわち画像位置特定手段13、MTF解析手段14、画素サイズ推定手段15および解像性指標算出手段16は、例えば走査型濃度計に付属して設けられた計算機能を用いて実現することが考えられる。ただし、走査型濃度計の計算機能ではなく、所定プログラムを実行するコンピュータ等によって実現するようにしてもよい。

【0022】次に、以上のように構成された画像評価装置10が解像性評価を行う場合の処理動作例、すなわち本実施形態における画像評価方法について、図2～図6を参照しながら説明する。図2は一次元ランダムパターンの一例を示す説明図であり、図3は濃度プロファイルの一測定例を示す説明図であり、図4はMTF解析結果の一例を示す説明図であり、図5は線広がり関数の一解析例を示す説明図であり、図6は画素サイズ推定の一具体例を示す説明図である。

【0023】この画像評価装置10では、プリンタ20についての解像性評価にあたって、先ず始めに、データ保持手段11内に保持している出力画像データを、通信線等を通じてプリンタ20へ送信し、そのプリンタ20に出力画像データの出力を任せせる。これにより、プリンタ20からは、例えば図2に示すような一次元ランダムパターンが記録用紙上に出力される。

【0024】出力された一次元ランダムパターンは、出力画像データを可視画像化したものであるため、図例からも明らかなように、一次元方向(図中A方向)にはランダムに濃淡が変化し、これと直交する方向(図中B方向)には濃淡が一定で、さらには略10cycle/mm以下の周波数範囲で振幅が「0」となる周波数がなく、また特定の周波数にピークが存在しない。

【0025】プリンタ20が一次元ランダムパターンを出力すると、その後、画像評価装置10では、データ取得手段12がその一次元ランダムパターンを読み取って、その一次元ランダムパターンから入力画像データを

取得する。これにより、データ取得手段12においては、例えば図3に示す「Output(図中の実線部分)」のように、一次元ランダムパターンの階調が変化している方向に沿った全領域について、10μm毎の濃度プロファイルを得ることになる。

【0026】ところで、この画像評価装置10では、プリンタ20への出力画像データの送信およびそのプリンタ20が输出した一次元ランダムパターンからの入力画像データの取得に合わせて、以下のような処理動作を行うようになっている。

【0027】先ず、画像評価装置10は、プリンタ20への出力画像データの送信に合わせて、その出力画像データの階調値に対応したパッチデータをプリンタ20へ送信する。パッチデータとは、例えば出力画像データが256階調のデジタルデータであれば、「0」～「256」の各データ値に対応するパッチ画像を出力するための画像データである。

【0028】このパッチデータの送信によってプリンタ20が各階調値に対応したパッチ画像の出力をを行うと、20 続いて、画像評価装置10では、一次元ランダムパターンからの入力画像データの取得に合わせて、データ取得手段12が各パッチ画像の平均濃度を計測する。そして、その計測結果を基に、出力画像データの階調値とデータ取得手段12で得られた濃度データとの対応関係を表す変換テーブルを作成する。

【0029】この変換テーブルによって、デジタルデータである出力画像データは、アナログ的なデータである濃度データとの対応関係が明確化される。つまり、画像評価装置10では、出力画像データを濃度データとして扱い得るようにするために、上述したようなパッチ画像を基にした変換テーブルの作成を行う。

【0030】その結果、出力画像データは、作成した変換テーブルを基に濃度値への変換を行うと、例えば図3中の「Input(図中の破線部分)」に示す濃度プロファイルを有していることが分かり、さらには、出力画像データを一次元ランダムパターンとしてプリンタ20がoutputした後にデータ取得手段12がその読み取りを行うと、入力画像データとして図3中の「Output(図中の実線部分)」に示す濃度プロファイルが得られることが分かる。

【0031】その後、画像評価装置10では、画像位置特定手段13が出力画像データの濃度プロファイルと入力画像データの濃度プロファイルとの間の対応関係を求める。このとき、画像位置特定手段13は、出力画像データおよび入力画像データをそれぞれ複数の領域に分割して処理を行う。すなわち、画像位置特定手段13は、先ず、略1万個の濃度データの集合に変換された出力画像データについて、その基準点(例えば、一次元ランダムパターン端に相当する読み取り開始点)から例えば150個分のデータを抽出する。そして、これを、出力

画像データと同様に約1万個の濃度データの集合からなる入力画像データに対して1データずつずらしながら、両者の間の濃度値の相関係数を算出し、その相関係数が最大となる位置を互いに対応の取れた位置として例えばデータ保持手段11内の所定領域に記憶しておく。次いで、画像位置特定手段13は、出力画像データの基準点より例えば512個のデータ分だけずれた点から再び1024個分のデータを抽出し、上述の場合と同様にしてそれぞれの対応関係を求める。

【0032】これを全データ範囲について繰り返すことにより、画像位置特定手段13は、出力画像データおよび入力画像データをその一部が互いに重複した例えば18の領域に分割しつつ、各領域毎に両者の対応関係を求ることになる。なお、各領域の大きさやその分割数等については、任意に設定し得ることはいうまでもない。

【0033】そして、画像位置特定手段13による対応関係の特定後、MTF解析手段14は、その対応関係を基にしつつ、各領域毎にMTF特性を算出する。MTF特性の算出は、周知技術を用いて行えばよいが、その一例として以下のように行なうことが考えられる。すなわち、互いに対応する領域の出力画像データと入力画像データとに対し、例えば一次元のフーリエ変換といった直交変換を行い、その変換後に両者のエネルギー比からMTF(λ)を求める。

【0034】さらに、MTF解析手段14は、MTF(λ)を求めると、そのMTF(λ)を複素形式に変換した後にフーリエ逆変換を行う。これは、出力画像データに対する線広がり関数(Line Spread Function; 以下「LSF」と称す)に相当する。これらの処理を、MTF解析手段14は、画像位置特定手段13が特定した例えば18の領域全てに対して行い、各領域毎の処理結果の平均化を行う。これにより、MTF解析手段14では、例えば図4に示すようなMTF解析結果と、例えば図5に示すようなLSF解析結果とが、得られるようになる。

【0035】その後、画素サイズ推定手段15は、MTF解析手段14による解析結果を基に、プリンタ20が outputする出力画像30上での画素サイズを推定する。ここでいう画素サイズとは、ある階調(例えば256階調)を表現するために最低限必要となる画素の大きさに相当する。

【0036】具体的には、画素サイズ推定手段15では、例えば図6に示すように、MTF解析手段14が求めたLSFの解析結果に対して、これをガウス(Gaussian)関数で近似し、そのガウス関数における最大値の約10%に相当する箇所の幅を画素サイズとする。そして、画素サイズ推定手段15がガウス関数を用いて画素サイズを推定すると、解像性指標算出手段16は、その画素サイズ推定手段15による画素サイズを、プリンタ20が出力画像30を出力する際の解像能力を表す指標

とする。

【0037】したがって、この解像性指標算出手段16による指標によれば、プリンタ20が有する解像能力、すなわちプリンタ20による画像出力結果の品位が客観的に評価できるようになる。しかも、その指標には、画素サイズの推定結果が反映されているので、いわゆる画像の「ぼけ具合」や「シャープさ」といった主観的鮮銳性に合致したものとなる。

【0038】次に、本発明に係る他の実施形態について説明する。ここでは、画素サイズの推定および解像能力を表す指標の算出が、上述した実施形態と異なる場合について説明する。図7は、画素サイズ推定の他の具体例を示す説明図である。

【0039】本実施の形態においても、MTF解析手段14がMTF(λ)を求めるまでは、上述した実施形態の場合と全く同様である。MTF解析手段14がMTF(λ)を求めると、本実施の形態では、画素サイズ推定手段15が以下のようにして画素サイズを推定する。

【0040】画素サイズ推定手段15では、例えば図7に示すように、MTF解析手段14が求めたMTF(λ)に対して、これを同期(Sync)関数で近似し、MTF = 0.5となる周波数 λ を算出する。そして、解像性指標算出手段16は、MTF解析手段14が求めた周波数 λ をナイキストの周波数と仮定して、以下に示す式(1)を用いて解像能力を表す指標Rを算出する。

【0041】

【数1】

$$R = \frac{1}{2} \lambda \quad \dots \quad (1)$$

【0042】このようにして算出した指標Rによっても、上述した実施形態の場合と同様に、主観的鮮銳性が反映された客観評価ができるようになる。

【0043】つまり、上述したいずれの実施形態においても、解像性評価にあたって、先ず一次元ランダムパターンを評価対象となるプリンタ20に出力させ、その出力された一次元ランダムパターンから入力画像データを読み取って、これをその基になった出力画像データとを比較することで出力画像の画素サイズを推定し、その後その画素サイズからプリンタ20の解像能力を表す指標を求めるようになっているので、主観的鮮銳さに対応の取れた解像性指標を算出することができる。

【0044】これを確認するために、描画方式の異なる幾つかのプリンタについて、一次元ランダムパターンを用いた解像性評価を行うとともに、主観評価用のポートレート写真画像サンプルの採取を実施し、その画像サンプルを用いた一対比較法による主観評価を行った。主観評価は、画像を扱う技術者10名を被験者とし、全ての画像サンプルに対して、画像のシャープさ、先鋭さを評価してもらい、その評点を求めた。

【0045】図8は、LSF最大値の10%を切る幅か

ら解像性指標を求めた場合の評価結果と主観評価による評価結果との比較例を示す説明図である。図例からも明らかかなように、それぞれの評価結果を比較すると両者の間の相関係数は0.9865程度となり、客観評価の結果に心理的鮮銳性が非常に反映されていることが分かる。

【0046】また、図9は、MTF=0.5となる周波数をナイキストの周波数として解像性指標を算出した場合の評価結果と主観評価による評価結果との比較例を示す説明図である。この場合においても、両者の間の相関係数は0.9452程度となり、客観評価の結果に心理的鮮銳性が非常に反映されていることが分かる。

【0047】しかも、上述した各実施形態における画像評価装置10およびその画像評価装置10が行う画像評価方法（以下、これらを単に「画像評価装置等」と称す）によれば、主観的鮮銳さに対応の取れた解像性指標を算出できるだけではなく、その解像性指標の算出にあたって、一次元ランダムパターン、すなわち一次元方向に特定の周期的成分を含まないパターン画像を用いているので、プリンタ20のスクリーンが持つ周期やそのプリンタ20における画像描画方式等の影響を受けることなく解像性指標を算出することができる。このことから、例えば200dpiのプリンタと175dpiのプリンタといったようにスクリーンの周期が異なるプリンタ同士についても、それぞれの解像能力を容易に比較することが可能になる。さらには、例えば濃度階調方式と面積階調方式といったように1画素に描画できる階調数の違うプリンタ同士であれば、階調数の多い濃度階調方式のプリンタのほうが解像能力が高いという客観評価の結果が得られるようになる。

【0048】つまり、各実施形態の画像評価装置等によれば、請求項1または8に記載の発明の如く、一次元ランダムパターンを用いてプリンタ20の解像能力を表す指標を求めており、例えばプリンタ20の固有特性や画像描画方式等に依存することなく、そのプリンタ20における解像能力を、画像の主観的な鮮銳さを反映させつつ客観的に評価することができるようになる。

【0049】また、各実施形態の画像評価装置等では、請求項2または9に記載の発明の如く、客観評価を行う過程で、出力画像データと入力画像データとの比を基にMTF特性を算出するようになっているので、出力画像データのみを基にした場合に比べてMTF特性の算出結果が正確なものとなり、結果として評価結果の精度向上させることができる。

【0050】また、画像評価装置等では、客観評価を行う過程で、請求項3または10に記載の発明の如くMTF特性に逆フーリエ変換を施した結果から得られるガウス関数を用いて画素サイズを推定したり、あるいは請求項4または11に記載の発明の如くMTF特性の値が略0.5となる周波数を基に画素サイズを推定するように

なっている。すなわち、心理的な鮮銳性を反映させる手法のうち、最も代表的な2例のいずれかを用いることによって、客観評価の結果に主観的鮮銳さを確実に反映させることができるようになる。

【0051】また、各実施形態の画像評価装置等では、客観評価を行う過程で、請求項5または12に記載の発明の如く、出力画像データと入力画像データとの相対位置を変化させながらそれぞれの対応関係を求めるようになっている。そのため、両者の対応関係を的確に求めることが可能となるので、例えば両者の間の比を基にMTF特性を算出する場合であっても、その正確さが増し、結果として評価結果の精度向上が期待できる。

【0052】また、各実施形態の画像評価装置等では、客観評価を行う過程で、請求項6または13に記載の発明の如く、解析対象となるデータを複数の領域に分割して解析し、各領域毎の解析結果の平均化を行うようになっている。したがって、例えばデータに含まれたノイズ成分や記録用紙の伸縮といった不確定要素が存在していても、その不確定要素を平均化によって排除することができるので、処理結果が正確なものとなり、結果として評価結果の精度を向上させることができる。

【0053】また、各実施形態の画像評価装置等では、請求項7または17に記載の発明の如く、一次元ランダムパターンに略10cycle/mm以下の範囲で振幅が「0」となる周波数が含まれないようになっている。略10cycle/mm以下の範囲とは、人間にとて視認可能な範囲である。したがって、少なくとも人間の目で見える範囲内では、振幅が「0」となる周波数が含まれることになる。これにより、例えば客観評価を行う過程で出力画像データと入力画像データとの比が必要となる場合であっても、略10cycle/mm以下の範囲では、その比を算出できないといったことがなくなるので、人間による主観評価とのマッチングを確実に図れるようになる。

【0054】なお、上述した実施形態では、プリンタ20が有する画像の解像能力を評価する場合を例に挙げて説明したが、その評価対象はプリンタ20に限定されるものではなく、画像データを可視画像として出力するものであれば、例えば複写機など他の画像出力装置であっても同様に適用可能であることは勿論である。

【0055】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の画像評価装置および画像評価方法では、一次元方向にランダムに濃淡が異なるパターン画像、すなわち一次元方向に特定の周期的成分を含まないパターン画像を用いているので、主観的鮮銳さに対応の取れた解像性指標を算出できることに加えて、その解像性指標の算出を、画像出力装置の固有特性や画像描画方式等の影響を受けることなく行うことができる。このことから、例えば200dpiのプリンタと175dpiのプリンタといったように固有特性が異なる画像出力装置同士や、また濃度階調方式

のプリンタと面積階調方式のプリンタといったように画像描画方式が異なる画像出力装置についても、主観的鮮銳さに対応の取れた解像性指標を算出できる。つまり、この画像評価装置および画像評価方法によれば、評価対象となる画像出力装置の固有特性や画像描画方式等に依存することなく、その画像出力装置における解像能力を、画像の主観的な鮮銳さを反映させつつ客観的に評価することができるようになる。

【図面の簡単な説明】

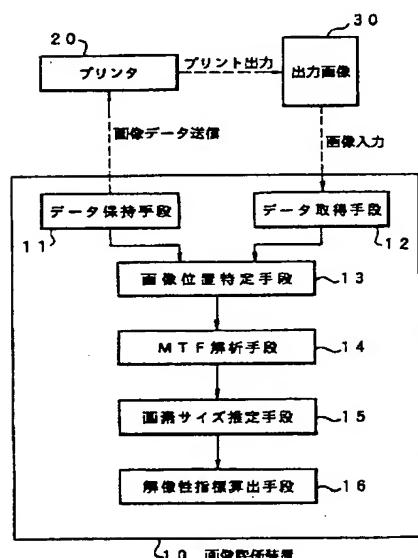
【図1】 本発明に係る画像評価装置の実施形態の一例の概略構成を示すブロック図である。

【図2】 一次元ランダムパターンの一例を示す説明図である。

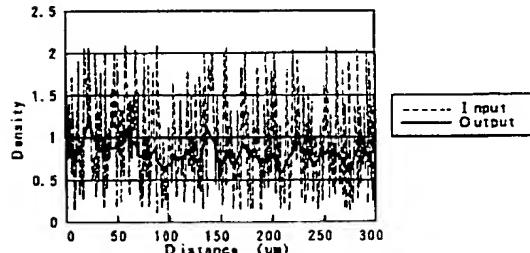
【図3】 濃度プロファイルの一測定例を示す説明図である。

【図4】 MTF解析結果の一例を示す説明図である。

【図1】



【図3】



【図5】 線広がり関数の一解析例を示す説明図である。

【図6】 画素サイズ推定の一具体例を示す説明図である。

【図7】 画素サイズ推定の他の具体例を示す説明図である。

【図8】 推定した画素サイズと画像の心理的鮮銳さとの関係を示す説明図（その1）である。

【図9】 推定した画素サイズと画像の心理的鮮銳さとの関係を示す説明図（その2）である。

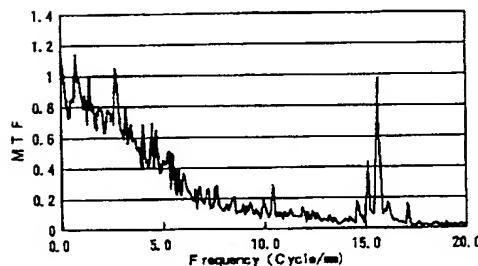
【符号の説明】

10 … 画像評価装置、11 … データ保持手段、12 … データ取得手段、13 … 画像位置特定手段、14 … MTF 解析手段、15 … 画素サイズ推定手段、16 … 解像性指標算出手段、20 … プリンタ、30 … 出力画像

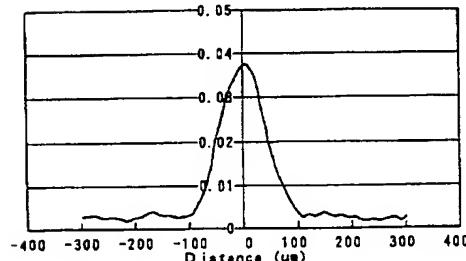
【図2】



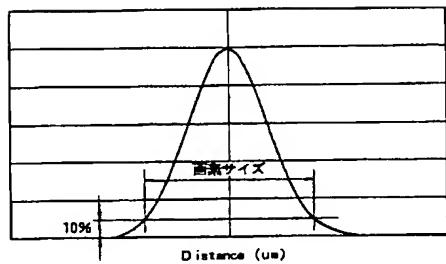
【図4】



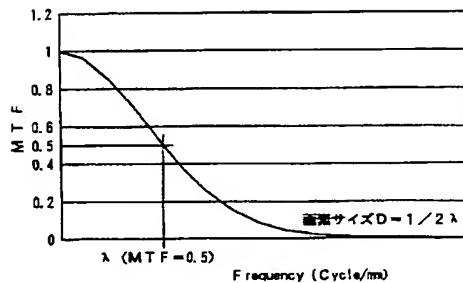
【図5】



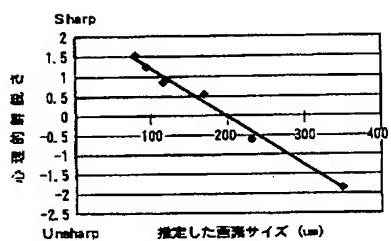
【図6】



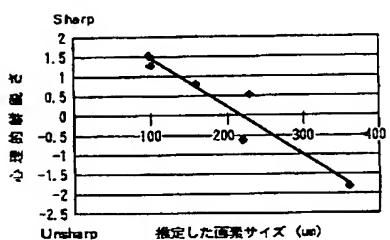
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 大山 努

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 安部 純

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

F ターム(参考) 2C061 AP04 KK04 KK18 KK25 KK26

KK28

5B057 BA02 CA02 CA08 CA12 CA16
CC03 CD20 DA03 DB02 DB05
DB09